

Wpływ żywienia paszami oleistymi, suplementacji witaminą E oraz pochodzenia rasowego na wybrane parametry jakościowe i teksturę mięsa jagniąt

Krzysztof Krzysztoforski¹, Bronisław Borys²,
Urszula Kaczor³, Natalia Banasik³

¹Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych,
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

²Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka,
ul. Parkowa 1, 88-160 Janikowo

³Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Hodowli Owiec i Kóz,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Badano wpływ żywienia makuchem rzepakowym i nasionami lnu oraz suplementacji witaminą E na jakość oraz profil tekstury *m. longissimus lumborum* (MLL) tryczków owcy kołudzkiej (OK) oraz mieszańców ile de france (IF) x OK (łącznie 18 jagniąt) tuczonych do masy ciała 32-37 kg. Grupę kontrolną (K) żywno mieszkanką standardową opartą na komponentach zbożowych (>50%) i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej (SR; 20%). W mieszkankach dla grup doświadczalnych (MRL) część komponentów zbożowych i całą SR zastąpiono makuchem rzepakowym i nasionami lnu (odpowiednio w ilości 23,5% i 5%), z dodatkową suplementacją mieszanki witaminą E w grupie MRL+E. Pomiary cech fizyko-chemicznych oraz tekstury wykonano na próbach MLL, które były chłodzone przez 24 godz. w temperaturze 4°C, a następnie zamrożone do -20°C. Na rozmrożonych próbach oznaczono: pH, ubytki masy po rozmrożeniu i upieczeniu, zawartość kolagenu ogólnego i rozpuszczalnego, kruchość oraz parametry tekstury (twardość, żujność, sprężystość, kohezję i odbojność). Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu obu badanych czynników na zawartość analizowanych składników oraz cechy fizyko-chemiczne i parametry tekstury MLL. Obserwowano charakterystyczne tendencje w zakresie wpływu żywienia paszami oleistymi oraz pochodzenia rasowego jagniąt na zawartość tłuszczu śródmięśniowego oraz parametry kruchości mięsa po upieczeniu. Stosowanie komponentów oleistych wpływało na obniżenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego, a dodatkowa suplementacja mieszanki witaminą E nie miała większego wpływu na badane parametry jakości mięsa. Obserwowano tendencję do poprawy kruchości MLL jagniąt żywionych paszami oleistymi oraz pewne pogorszenie u mieszańców po trykach ile de france w stosunku do jagniąt owcy kołudzkiej. Weryfikacji w dalszych badaniach

wymagają obserwowane, a sprzeczne ze spodziewanymi, efekty stosowanych czynników na zawartość tłuszczu i kruchość mięsa.

SŁOWA KLUCZOWE: tucz jagniąt / pasze oleiste / witamina E / jakość mięsa / kolagen / tekstura

Jakość produktów żywnościowych, w tym mięsa, jest pojęciem szerokim i różnie definiowanym. Aktualnie, jako najważniejsze wyróżniki jakości mięsa wymienia się: jakość zdrowotną, atrakcyjność konsumencką oraz przydatność technologiczną jako surowca do wyrobu atrakcyjnych produktów rynkowych [2]. O preferencjach konsumenckich produktów mięsnych decyduje m.in. ich tekstura, zawartość i skład tłuszczu oraz cechy sensoryczne, takie jak: barwa, zapach, soczystość i smakowitość [6, 9, 19].

Jakość mięsa jagnięcego kształtowana jest przez wiele wzajemnie powiązanych czynników przyżyciowych i poubojowych. Czynniki przyżyciowe są związane przede wszystkim z genotypem zwierząt, ich wiekiem, płcią, systemem utrzymania i żywienia oraz postępowaniem przedubojowym. Natomiast za najważniejsze czynniki poubojowe należy niewątpliwie uznać: sposób postępowania z tuszą, metodę chłodzenia i czas dojrzewania mięsa, a także obróbkę termiczną przed konsumpcją [13].

W odpowiedzi na upowszechniane przez środowiska medyczne, w dużej części dyskusyjne zastrzeżenia zdrowotne odnośnie żywności pochodzenia zwierzęcego [3], w ostatnich latach prowadzone są intensywne badania z zakresu zootechniki, jak i technologii przetwórstwa żywności, mające na celu modyfikowanie jakości zdrowotnej surowców (głównie mleka i mięsa), jak i całej gamy produktów spożywczych z nich wytwarzanych [7, 13]. Uzyskane dotychczas wyniki badań przeprowadzonych na mięsie owczym wskazują na możliwości korzystnej modyfikacji takich parametrów zdrowotnych, jak: zawartość tłuszczu i profil jego kwasów tłuszczowych, zawartość SKL i witamin, a w mniejszym stopniu cholesterolu oraz makro- i mikroelementów. Za najbardziej efektywne w tym zakresie należy uznać oddziaływanie żywieniowe (rodzaj pasz i systemy żywienia), jak i metody hodowlane polegające na doborze odpowiednich ras owiec lub schematów krzyżowania towarowego.

Modyfikacje zawartości ww. prozdrowotnych składników mięsa jagnięcego poprzez ich powiązania z omówionymi na wstępie atrybutami atrakcyjności konsumpcyjnej mięsa i wytwarzanych z niego produktów, uzasadniają monitorowanie skutków oddziaływania nowych komponentów paszowych czy metod żywienia jagniąt również na parametry decydujące o przydatności technologicznej i wartości kulinarnej mięsa. W związku z powyższym wykonano badania nad wpływem żywienia tuczonych jagniąt mieszańką z udziałem komponentów oleistych (makuch rzepakowy i nasiona lnu) oraz ich suplementacji witaminą E na zawartość wybranych składników oraz parametry tekstury mięsa.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły próbki mięsa pobrane od 18 tryczków owcy kołudzkiej (OK) i mieszańców F₁ po trykach mięsnej rasy ile de france (IFxOK) – 3 grupy

żywieniowe po 6 jagniąt; po 50% OK i IFxOK. Tucz trwał od odsadzenia od matek w wieku ok. 8 tygodni do uzyskania masy ciała 32-37 kg. Stosowano żywienie *ad libitum* mieszankami pasz treściwych z dodatkiem siana z traw, w ilości 100 g na 1 kg zadawanej mieszanki treściwej, w celu poprawy struktury dawki. Grupa kontrolna (K) otrzymywała mieszankę standardową opartą na komponentach zbożowych (50%) i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej (SR; 20%), a w mieszankach stosowanych w grupach doświadczalnych (MRL) SR zastąpiono makuchem rzepakowym i nasionami lnu (odpowiednio 23,5% i 5%), przy czym w grupie MRL+E zastosowano dodatkowo suplementację witaminą E (Polfamix E; 0,2%). Skład komponentowy mieszanek stosowanych w poszczególnych grupach żywieniowych, ich wartość pokarmową i poziom spożycia podano w tabeli 1.

Tabela 1 – Table 1

Skład i wartość pokarmowa mieszanek treściwych oraz spożycie pasz przez jagnięta
Composition and feeding value of compound feeds and feed intake by lambs

Wyszczególnienie Specification	Grupa żywieniowa – Feeding group		
	K	MRL	MRL+E
Mieszanka treściwa – Compound feed			
Skład komponentowy (g/100 g): Content of compounds (g/100 g):			
ziarno jęczmienia barley grain	25	25	25
śruta pszenna crushed wheat meal	25,5	–	–
otręby pszenne wheat middlings	–	17	17
susz z zielonek dried grass	10	10	10
suszone wysłodki buraczane dried sugar beet pulp	18	18	18
poekstrakcyjna śruta rzepakowa rapeseed meal	20	–	–
makuch rzepakowy rapeseed cake	–	23,5	23,5
nasiona lnu linseed	–	5	5
mieszanka mineralna MM MM mineral mixture	0,5	0,5	0,5
Premix Polfamix E	1	1	0,8
Wartość pokarmowa 1 kg mieszanki: Feeding value of 1 kg compound feed:	–	–	0,2
JPZ – UFV	0,88	0,90	0,90
BTJE – PDIE	99,6	90,4	90,4
BTJN – PDIN	104,7	104,4	104,4
Zawartość tłuszczu (% SM) Fat content (DM%)	4,60	8,09	7,99
Spożycie dobowe (kg/jagnię): Daily intake (kg/lamb):			
mieszanka treściwa compound feed	1,313	1,343	1,332
siano z traw grass hay	0,080	0,081	0,073

K – kontrolna (mieszanka treściwa + siano) – control (compound feed + hay); MRL – mieszanka treściwa z udziałem makuchu rzepakowego i nasion lnu – compound feed with rapeseed cake and linseed; MRL+E – mieszanka treściwa z udziałem makuchu rzepakowego i nasion lnu + witamina E – compound feed with rapeseed cake and linseed + vitamin E; SM – sucha masa; DM – dry matter

Tucz i uboje jagniąt przeprowadzono w Instytucie Zootechniki PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, według metodyki Instytutu Zootechniki [16]. Po uboju tusze wychładzano przez 24 h do temperatury 4-6°C, następnie wycięto mięsień *m. longissimus lumborum* (MLL), zapakowano próżniowo i zamrożono do temperatury -20°C. Bezpośrednio przed wykonaniem analiz mięśnie rozmrażano w temperaturze 4°C przez około 12 h. Z różnicy masy mięśnia zamrożonego i po rozmrożeniu obliczono wyciek rozmrożeniowy.

W rozmrożonym mięśniu MLL wykonano oznaczenia zawartości tłuszczu metodą Soxhleta, wg Polskiej Normy PN-ISO 1444:2000, oraz pomiar pH przy użyciu pH-metru cyfrowego typu CP-215 firmy Elmetron i elektrody sztyletowej Typ ESAGP-360W firmy Eurosensor.

Próby mięśni MLL pieczono w całości w piekarniku elektrycznym w temperaturze 180°C do uzyskania wewnętrznej temperatury 75°C, którą mierzono termometrem z czujnikiem iglicowym, umieszczonym w centrum geometrycznym mięśnia. Procentową wielkość wycieku cieplnego obliczano z różnicy masy mięśnia przed i po obróbce termicznej.

Zawartość kolagenu ogólnego w badanym mięśniu obliczano na podstawie zawartości hydroksyproliny, stosując mnożnik 7,25. Oznaczenia hydroksyproliny wykonywano na mięśniach po upieczeniu według Polskiej Normy PN-ISO 3496:2000. Kolagen rozpuszczalny obliczano z różnicy ilości kolagenu ogólnego i kolagenu nierozpuszczalnego. Zawartość kolagenu nierozpuszczalnego oznaczano według metody Liu i wsp. [14]. Obliczono również stosunek procentowy kolagenu rozpuszczalnego do ogólnego.

Pomiary parametrów tekstury oraz siły cięcia wykonano na 7 próbkach wyciętych z upieczonego i schłodzonego do temperatury pokojowej mięśnia o wysokości 15 mm i średnicy 14 mm, wycinanych z mięśni równoległe do przebiegu włókien mięśniowych. Siłę cięcia oraz energię cięcia mierzono przy użyciu teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro Systems z przystawką Warnera-Bratzlera. Prędkość przesuwu elementu tnącego wynosiła 1,5 mm/s. Pomiary cech ogólnego profilu tekstury (TPA) wykonywano również przy użyciu teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro Systems. Określano takie cechy, jak: twardość, żujność, sprężystość, kohezję i odbojność. Stosowano element ściskający w kształcie walca o średnicy podstawy 50 mm. Próbkę poddawano testowi podwójnego ściskania do 70% ich wysokości. Prędkość przesuwu walca w czasie pomiaru wynosiła 2 mm/s, a przerwa pomiędzy naciskami elementu ściskającego – 3 sekundy. Wartości wszystkich pomiarów charakteryzujących teksturę oraz siłę i energię cięcia badanego mięśnia opracowywano przy użyciu programu Texture Expert for Windows firmy Stable Micro Systems, wersja 1.05.

Wyniki opracowano statystycznie, stosując dwuczynnikową analizę wariancji (metoda żywienia, pochodzenie rasowe), w układzie ortogonalnym, model z interakcjami. Istotności różnic między grupami żywieniowymi szacowano testem Duncana (STATISTICA v. 8.0). Dla scharakteryzowania zmienności analizowanych cech i parametrów w zależności od badanych czynników doświadczalnych obliczono współczynniki zmienności V%.

Wyniki i dyskusja

Wprowadzenie komponentów oleistych do mieszanek treściwych w grupach doświadczalnych MRL i MRL+E spowodowało, że zawierały one odpowiednio o 75,9 i 73,7% więcej tłuszczu w suchej masie niż mieszanka stosowana w grupie kontrolnej K (tab. 1). Zaobserwowano również istotne zmiany w profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu dawek w grupach doświadczalnych; spadek udziału nasyconych kwasów tłuszczowych SFA (odpowiednio w dawkach MRL i MRL+E średnio 12,6%, a w K 20,0%) przy wzroście zawartości kwasów nienasyconych, zarówno jednonienasyconych MUFA (głównie C 18:1 c9, odpowiednio 30,7 vs. 24,3%), jak i wielonienasyconych PUFA (głównie C 18:3, odpowiednio 23,1 vs. 7,0%) [badania własne niepublikowane, 2008]. Przy podobnym we wszystkich grupach żywieniowych dobowym spożyciu mieszanki treściwej i siana (tab. 1), powyższe różnice w zawartości tłuszczu w dawce i składzie kwasów tłuszczowych powodowały, że jagnięta z grup doświadczalnych w porównaniu z kontrolną spożywały zbliżoną ilość kwasów nasyconych SFA (MRL i MRL+E średnio 12,9 g, a K 11,5 g na dobę), a zdecydowanie więcej głównych kwasów nienasyconych – oleinowego C 18:1 c9 (odpowiednio 31,4 vs. 14,0 g/dobę), linolowego C 18:2 (odpowiednio 27,9 vs. 21,1 g/dobę) i linolenowego C 18:3 (odpowiednio 23,7 vs. 4,0 g/dobę) [wyniki własne niepublikowane, 2008].

Stwierdzono charakterystyczne, choć statystycznie niepotwierdzone, różnice w zawartości tłuszczu śródmięśniowego *m. longissimus lumborum* w zależności od obu badanych czynników – tabela 2. Obserwowano wyraźną tendencję do obniżenia zawartości tłuszczu w mięsie jagniąt MRL i MRL+E w stosunku do kontrolnej K (średnio o 10,9%), mimo że jagnięta z obu grup doświadczalnych spożywały w dawce zdecydowanie więcej tłuszczu, a w nim nienasyconych kwasów tłuszczowych. Różnice obserwowane w zawartości tłuszczu w badanym mięśniem trudno jest jednoznacznie zinterpretować na podstawie przeprowadzonych badań oraz dostępnego piśmiennictwa. Można jednak sformułować tezę, że, analogicznie jak przy produkcji tłuszczu w mleku u przeżuwaczy, również w odniesieniu do tłuszczu śródmięśniowego zwiększona przy żywieniu paszami oleistymi produkcja żwaczowa izomeru CLA *trans*-10 *cis*-12 powoduje hamowanie syntezy tłuszczu tkankowego (śródmięśniowego). Efekt taki potwierdzono jednoznacznie w odniesieniu do tłuszczu mleka przeżuwaczy (krów, owiec) i nazwano „syndromem niskiej zawartości tłuszczu w mleku” (ang. MFD – Milk Fat Depression) [5, 15]. W odniesieniu do syntezy tłuszczu tkankowego zagadnienie to ma bardziej złożony charakter i do tej pory zostało potwierdzone tylko na rosnących myszach [4].

Jeszcze wyraźniej zawartość tłuszczu śródmięśniowego różnicowało pochodzenie rasowe jagniąt (u mieszańców IFxOK o 47,3% wyższa niż u OK), choć i w tym przypadku, ze względu na wysoką zmienność tego parametru ($V > 20\%$), jak i ograniczoną liczebność jagniąt w grupach rasowych, różnice okazały się statystycznie nieistotne. Wyraźna tendencja do większego przetłuszczenia badanego mięśnia u mieszańców po ile de france znajduje potwierdzenie w wynikach badań Borysa i wsp. [8], w których stwierdzono skłonność tryczków tej rasy do dużego odfuszczenia ciała przy tuczu intensywnym do wysokich standardów wagowych (powyżej 40 kg), istotnie wyższego niż

Tabela 2 – Table 2

Wybrane składowiki oraz cechy jakościowe *m. longissimus lumbarum* jagniąt w zależności od żywienia komponentami olejnymi (bez lub z suplementacją witaminą E) oraz od pochodzenia rasowego
 Chosen components and qualitative traits of *m. longissimus lumbarum* according to feeding with oily components (without or with vitamin E supplementation) and breed origin of lambs

Wyszczególnienie Specification	Grupa żywieniowa Feeding group				Pochodzenie rasowe Breed origin			SEM
	K	MRL	MRL+E	MRL+E	OK	IFxOK		
						OK	IFxOK	
n	6	6	6	6	9	9	9	
Zawartość tłuszczu (g/100 g) Fat content (g/100 g)	\bar{x} V%	2,20 45,0	1,93 30,6	1,99 27,6	1,65 30,5	2,43 24,2	1,166	
pH	\bar{x} V%	5,76 0,2	5,79 0,2	5,80 0,3	5,80 0,2	5,77 0,2	0,011	
Wyciek rozmrożeniowy (%) Post-thaw drip (%)	\bar{x} V%	13,28 8,2	11,54 14,6	13,85 9,3	12,35 8,1	13,44 9,4	0,754	
Ubytek termiczny (%) Thermal loss (%)	\bar{x} V%	29,65 ^A 23,4	23,86 ^{Aα} 9,9	27,76 ^α 21,4	25,67 ^α 6,9	28,51 ^α 5,9	1,018	
Kolagen ogólny (%) Total collagen (%)	\bar{x} V%	0,66 7,6	0,58 3,4	0,63 4,8	0,60 3,3	0,65 4,6	0,021	
Kolagen rozpuszczalny (%) Soluble collagen (%)	\bar{x} V%	0,05 0,0	0,05 20,0	0,06 33,3	0,05 0,0	0,05 0,0	0,003	
Kolagen rozpuszczalny : ogólny (%) Soluble : total collagen ratio (%)	\bar{x} V%	7,87 5,0	8,27 6,3	8,77 12,3	8,90 6,5	7,71 5,1	0,509	

AA – P<0,01; αα – P<0,10; SEM – błąd standardowy średniej arytmetycznej – standard error of mean

u merynosów, fryzów czy ras plennych, które były głównymi komponentami rasowymi przy tworzeniu owiec kołudzkich. Nie oznaczało to jednak zbyt dużego przetłuszczenia samych mięśni, gdyż średnia zawartość tłuszczu w mięśniach jagniąt z obu porównywanych grup rasowych mieściła się w przedziale uznawanym za optymalny, tj. 1,5-2,5%. Uzyskanie wzrostu zawartości tłuszczu w mięsie mieszańców po trykach ile de france, w przypadku krzyżowania towarowego z owcami ze znaczącym udziałem rasy wschodniofryzyskiej o zbyt małym przetłuszczeniu mięsa, należy uznać za pożądane, ze względu na ogólną poprawę walorów sensorycznych mięsa. W badaniach Strzeleckiego i wsp. [18], przeprowadzonych na jagniętach z takich samych grup rasowych w warunkach tuczu letniego (z dodatkiem zielonek zamiast siana), również stwierdzono tendencję do wyższej zawartości tłuszczu (łącznie okrywowego, międzymięśniowego i śródmięśniowego) w mięsie pieczeniowym z udźca u mieszańców po trykach ile de france niż u OK (odpowiednio 4,3 vs. 3,8%). Natomiast obserwacje Grześkowiak i wsp. [10] na *m. longissimus dorsi* tych samych jagniąt dały wynik odwrotny – mięśnie mieszańców IFxOK zawierały 1,9%, a OK 2,4% tłuszczu. Świadczy to o złożonym charakterze oddziaływania czynników genetycznych i środowiskowych na procesy odkładania tkanki tłuszczowej w organizmie zwierząt rzeźnych i na wzajemne ich oddziaływanie.

Nie stwierdzono różnic w wartościach pH rozmrożonego mięśnia *MLL* w zależności od żywienia i pochodzenia rasowego jagniąt (tab. 2). Uzyskane pH (na poziomie 5,76-5,80) i bardzo dobre wyrównanie tego parametru (V na poziomie 0,2%), w świetle wartości referencyjnych dla tego gatunku mięsa określonych na poziomie 5,4-5,8 [13], świadczą o prawidłowym przebiegu glikolizy poubojowej i wysokiej jakości mięsa po rozmrożeniu. W dostępnej bibliografii nie natrafiono na prace świadczące o istotnym wpływie komponentów oleistych na wartość pH mięsa. Natomiast statystycznie potwierdzony, choć liczbowo niewielki, wzrost pH mięsa (o 0,1) stwierdzili Simitzi i wsp. [17] przy ekstensywnym tuczu jagniąt z 1% dodatkiem oleju z oregano.

Obserwowano podobne w charakterze zróżnicowanie wycieku rozmrożeniowego oraz ubytku termicznego badanego mięśnia zarówno między grupami żywieniowymi, jak i rasowymi jagniąt. Mniejsze ubytki masy po rozmrożeniu, jak i po upieczeniu miały mięśnie jagniąt *MRL* niż podobne pod tym względem grupy *K* i *MRL+E*; średnio odpowiednio o 2,02 jednostek procentowych (j.p.) ($P>0,05$) i 4,84 j.p. (różnice do *K* istotne przy $P\leq 0,01$). Równocześnie u mieszańców IFxOK obserwowano tendencje do wyższych ubytków masy niż u jagniąt OK; odpowiednio o 1,09 ($P>0,05$) i 2,84 j.p. ($P\leq 0,10$). W badaniach innych autorów obserwowano podobne ubytki masy mięśni podczas obróbki termicznej [1], a Kędzior [12] obserwował również większe ubytki termiczne masy mięśni u mieszańców owcy pogórza z trykami ile de france (36,1%) niż u mieszańców po czarnogłównie i tekselu (średnio 31,7%). Jednak w świetle przeprowadzonych obserwacji i dostępnego piśmiennictwa różnice uzyskane w badaniach własnych są trudne do przedyskutowania i wyjaśnienia.

Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu żadnego z badanych czynników na zawartość kolagenu ogólnego i rozpuszczalnego oraz stosunek procentowy kolagenu rozpuszczalnego do ogólnego (tab. 2). Według Pikula i wsp., 1998 [za 13], zawartość kolagenu, głównego białka łącznotkankowego, w dobrej jakości mięsie waha się

w przedziale 1-2%. Mięśnie badanych jagniąt zawierające średnio 0,62% kolagenu ogólnego, przy równocześnie dobrym wyrównaniu tego parametru ($V < 10\%$), w świetle powyższych wartości referencyjnych należy ocenić jako wysokiej jakości. Brak wyraźniejszego zróżnicowania w zawartości kolagenu w zależności od pochodzenia rasowego jagniąt nie znajduje potwierdzenia w wynikach uzyskanych przez Kędziora [12], który obserwował wyższą jego zawartość w mięsie mieszańców owcy pogórza z ile de france (0,93%) niż u mieszańców po trykach rasy teksel (0,64%).

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono dość charakterystyczny, choć statystycznie niepotwierdzony, wpływ obu czynników doświadczalnych na kruchość oraz parametry charakteryzujące teksturę mięsa (tab. 3). Mięśnie jagniąt z obu grup żywionych komponentami oleistymi (MRL i MRL+E) uzyskały, w porównaniu z grupą kontrolną, niższe wartości z pomiarów siły i energii cięcia (średnio niższe odpowiednio o 14,4 i 11,0%). W przypadku mięśni jagniąt z suplementacją witaminy E (MRL+E) notowano również niższe niż dla grupy K wartości pomiarów twardości i żujności; odpowiednio o 13,3 i 9,5%. Natomiast krzyżowanie towarowe owiec kołudzkich z trykami ile de france spowodowało nieznaczne pogorszenie badanych parametrów tekstury mięsa, a zwłaszcza siły i energii cięcia (odpowiednio o 8,7 i 7,2%) oraz twardości i żujności (odpowiednio o 27,7 i 20,0%). Nie stwierdzono natomiast wyraźniejszego wpływu badanych czynników na pozostałe parametry ogólnego profilu tekstury, tj. sprężystości, kohezji i odbojności (tab. 3).

Wyniki pomiarów charakteryzujących kruchość badanego mięśnia w zależności od żywienia komponentami oleistymi i pochodzenia rasowego jagniąt są dość zaskakujące w kontekście wcześniej analizowanych różnic w zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Zgodnie z upowszechnionymi poglądami [13], kruchość mięsa (w mniejszym stopniu ocena sensoryczna) jest dodatnio skorelowana z zawartością tłuszczu śródmięśniowego. Zaskakująco, w niniejszych badaniach obserwowano zależności odwrotne, gdyż zarówno w przypadku czynnika żywieniowego, jak i rasowego mięśnie jagniąt z grup wykazujących tendencję do lepszej kruchości zawierały mniej tłuszczu śródmięśniowego.

Pogorszenie kruchości mięśni u mieszańców po trykach mięsnych mogło być wynikiem wpływu rasy ile de france na wzrost grubości włókien mięśniowych, gdyż – jak wykazały badania Borysa i wsp. [8] – włókna mięśniowe tryczków ile de france tuczonych do wysokich standardów wagowych (35-45 kg) były średnio o 15,9% grubsze niż jagniąt rasy fryz i fińskiej, mających duży udział w owcy kołudzkiej (OK). Jednakże, według Harris i Shorthose [11], kruchość mięsa w większym stopniu uzależniona jest od struktury i właściwości śródmięśniowej tkanki łącznej (głównie kolagenu) niż włókien mięśniowych. Wyniki oznaczeń kolagenu i jego frakcji rozpuszczalnej w pewnym stopniu potwierdzają ten pogląd. Lepszej kruchości mięśni jagniąt żywionych dodatkami oleistymi w stosunku do grupy K, a także owcy kołudzkiej w porównaniu z mieszańcami IFxOK towarzyszyła tendencja do wyższego stosunku procentowego kolagenu rozpuszczalnego do ogólnego; w wartościach bezwzględnych odpowiednio o 8,3 i 15,4% (tab. 2). Ogólnie jednak, ze względu na fakt, że kruchość mięsa kształtowana jest przez szereg wzajemnie powiązanych czynników przyżyciowych i pouboj-

Tabela 3 - Table 3

Sila cięcia oraz parametry tekstury *m. longissimus lumborum* jagniąt w zależności od żywienia komponentami olejnymi (bez lub z suplementacją witaminą E) oraz od pochodzenia rasowego
 Shear force and texture parameters of *m. longissimus lumborum* according to feeding with oily components (without or with vitamin E supplementation) and breed origin of lambs

Wyszególnienie Specification	Grupa żywieniowa Feeding group				Pochodzenie rasowe Breed origin		SEM
	K	MRL	MRL+E	OK	IFxOK		
					OK	IFxOK	
Sila cięcia (kg) Shear force (kg)	\bar{x} V%	5,15 12,4	4,30 10,7	4,52 15,7	4,46 6,5	4,85 12,2	0,212
Energia cięcia (kg/s) Energy of cutting (kg/s)	\bar{x} V%	25,15 12,4	21,79 11,4	22,98 17,1	22,50 10,3	24,12 10,7	0,922
Ogólny profil tekstury:							
Texture profile analysis:							
twardość (kg) hardness (kg)	\bar{x} V%	2,78 8,6	2,83 3,2	2,41 7,5	2,35 ^a 8,1	3,00 ^a 5,0	0,162
żujność (kg) chewiness (kg)	\bar{x} V%	0,84 8,3	0,88 4,5	0,76 10,5	0,75 9,3	0,90 4,4	0,046
sprężystość springiness	\bar{x} V%	0,64 3,1	0,63 1,6	0,64 1,7	0,65 1,5	0,63 1,6	0,010
kohezyja cohesiveness	\bar{x} V%	0,47 4,3	0,49 4,1	0,49 2,0	0,48 2,1	0,49 2,0	0,006
odporność resilience	\bar{x} V%	0,28 3,6	0,28 3,6	0,28 3,6	0,27 3,7	0,28 3,6	0,006

aa - P≤0,05

wych, wyjaśnienie stwierdzonych zależności wymaga przeprowadzenia analiz w szerszym zakresie i na większym materiale badawczym.

Ogólnie w przeprowadzonych badaniach nie wykazano statystycznie potwierdzonego wpływu obu czynników doświadczalnych na zawartość analizowanych składników oraz cechy fizyko-chemiczne i parametry tekstury *m. longissimus lumborum*. Obserwowano jednak charakterystyczne tendencje w zakresie wpływu żywienia jagniąt makuchem rzepakowym i nasionami lnu oraz pochodzenia rasowego jagniąt na zawartość tłuszczu śródmięśniowego oraz kruchość mięsa po upieczeniu. Stosowanie komponentów oleistych wpłynęło na obniżenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego, a dodatkowa suplementacja mieszanki z komponentami oleistymi witaminą E nie wywarła znacznego wpływu na badane parametry tekstury. Obserwowano korzystną tendencję poprawy kruchości *MLL* jagniąt żywionych komponentami oleistymi i pogorszenie tej cechy u mieszańców po trykach mięsnej rasy ile de france, w stosunku do jagniąt owcy kołudzkiej. Weryfikacji w dalszych badaniach wymagają obserwowane, a sprzeczne ze spodziewanymi, efekty zastosowanych czynników na zawartość tłuszczu i kruchość badanego mięśnia.

PIŚMIENNICTWO

1. ABDULKHALIQ A.M., MEYER H.H., BUSBOOM J.R., THOMPSON J.M., 2007 – Growth, carcass and cooked meat characteristics of lambs sired by Dorset rams heterozygous for the Callipyge gene and Suffolk and Texel rams. *Small Ruminant Research* 71, 92-97.
2. ANDERSON J.M.L., 2001 – Sheep meat: Can we adapt to forthcoming demands? *Option Méditerranéennes*, Serie A: Seminares Mediterraneens 46, 11-17.
3. BARTNIKOWSKA E., 2000 – Jakość żywności pochodzenia zwierzęcego a zdrowie człowieka. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, Supl. 4, 9-15.
4. BAUMAN D.E., BAUMGARD L.H., CORL B.A., GRIINARI J.M., 1999 – Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. Proceedings of the American Society of Animal Science, pp. 1-15.
5. BAUMAN D.E., MATHER I.H., WALL R.J., LOCK A.L., 2006 – Major advances associated with the biosynthesis of milk. *Journal of Dairy Sciences* 89, 1235-1243.
6. BICKERSTAFFE R., BEKHIT A.E.D., ROBERTSON L.J., ROBERTS N., GEESINK G.H., 2001 – Impact of introducing specifications on the tenderness of retail meat. *Meat Science* 59, 303-315.
7. BORYS B., PISULEWSKI P.M., 2001 – Jakość oraz możliwości kształtowania prozdrowotnych właściwości spożywczych produktów ovczarskich. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, Supl. 11, 67-86.
8. BORYS B., WAWRZYŃSKA M., ELMINOWSKA-WENDA G., SZEWCZYK A., 2005 – Characteristics of *m. longissimus lumborum* microstructure and slaughter value and meat quality of lambs of different breeds. *Annals of Animal Science* 5, 2, 307-317.
9. CASSENS R.G., CARPENTER C.E., EDDINGER T.J., 1984 – An analysis of microstructural factors which influence the use of muscle as food. *Food Microstructure* 3, 1-10.
10. GRZEŚKOWIAK G., BORYS B., STRZELECKI J., BORZUTA K., BORYS A., LISIAK D., 2008 – Podstawowy skład chemiczny oraz wybrane parametry fizyko-chemiczne mięsa jagniąt tuczonych paszami suchymi lub z udziałem zielonek. *Żywność - Nauka - Technologia - Jakość* (w druku).

11. HARRIS P.V., SHORTHOSE W.R., 1988 – Meat texture. W: Developments in meat science. Red. R. Lawrie. Elsevier Appl. Sci., London - New York, 245-296.
12. KĘDZIOR W., 1991 – Wpływ jedностopniowego krzyżowania owiec pogórza na jakość mięsa jagniąt. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* 28, 135-147.
13. KĘDZIOR W., 2005 – Owcze produkty spożywcze. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
14. LIU A., NISHIMURA T., TAKAHASHI K., 1994 – Structural changes in endomysium and perimysium during post-mortem ageing of chicken semitendinosus muscle - contribution of structural weakening of intramuscular connective tissue to meat tenderization. *Meat Science* 38, 315-328.
15. LOCK A.L., PERFIELD J.W. II, TELES B.M., BAUMAN D.F., SINCLAIR L.A., 2003 – Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid reduced milk fat synthesis in lactating sheep. *Journal of Animal Science* 83, Suppl. 1, 210.
16. NAWARA W., OSIKOWSKI M., KLUZ J., MODELSKA M., 1963 – Wycena tryków na podstawie badania wartości potomstwa w stacjach oceny tryków. Instytut Zootechniki, Wyd. własne 166, 48-58.
17. SIMITZIS P.E., DELIGEORGIS S.G., BIZELIS J.A., DARDAMANI A., THEODOSIOU I., FEGEROS K., 2008 – Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Science* 79, 217-223.
18. STRZELECKI J., GRZEŚKOWIAK E., BORZUTA K., BORYS B., BORYS A., 2008 – Wpływ tuczu jagniąt paszami suchymi lub z udziałem zielonek na uzysk elementów kulinarnych oraz podstawowy skład chemiczny i cechy sensoryczne mięsa. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* (w druku).
19. WOOD J.D., ENSER M., FISHER A.V., NUTE G.R., SHEARD P.R., RICHARDSON R.I., HUGHES S.I., WHITTINGTON F.M., 2008 – Fat deposition, fatty acid composition and meat quality. A review. *Meat Science* 78, 343-358.

Krzysztof Krzysztoforski, Bronisław Borys,
Urszula Kaczor, Natalia Banasik

Effect of feeding oilseed feeds, vitamin E supplementation and breed origin on some quality parameters and texture of lamb meat

S u m m a r y

Effects of rapeseed cake and linseed feeding and vitamin E supplementation on the quality and texture profile of *m. longissimus lumborum* (MLL) were studied in rams of Kołuda Sheep (OK) and Ile de France x OK (IFxOK) crossbreds (18 lambs in total) fattened to 32-37 kg body weight. The control group (K) received a standard diet based on cereal components (>50%) and rapeseed meal (SR; 20%). In the diets for experimental groups (MRL), some cereal components and all of SR were replaced with rapeseed cake and linseed (23.5% and 5%, respectively), with additional supplementation of the diet with vitamin E in group MRL+E. Measurements of physico-chemical traits and texture were made on MLL samples that were chilled for 24 h at 4°C and then frozen at -20°C. After thawing samples were analysed for pH, post-thaw drip and thermal cooking loss, total and soluble collagen content, tenderness and parameters of texture (hardness, chewiness, springiness,

cohesiveness and resilience). Neither of the analysed factors had a significant effect on the content of the components studied and on the physico-chemical traits and parameters of *MLL* texture. There were characteristic tendencies towards the effect of feeding oilseed feeds and breed origin of lambs on the intramuscular fat content and parameters of meat tenderness after roasting. The use of oilseed components reduced the content of intramuscular fat and the additional supplementation of vitamin E had hardly any effect on the analysed parameters of meat composition and quality. Tendencies were observed for *MLL* tenderness to improve in lambs fed oil plants and to deteriorate in crossbreeds sired by Ile de France rams in relation to Kotuda Sheep lambs. The observed effects of the experimental factors on fat content and meat tenderness, which were contrary to expectations, should be verified in further studies.